

L-007

レーザーセンサを用いたテンプレートマッチングによる移動ロボットの制御

Control of Mobile Robot through Template Match by Laser Sensor

栗田 高裕† 安部 憲広† 田中 和明†
 Takahiro Kurita Norihiro Abe Kazuaki Tanaka

1. 序論

ロボットを屋内環境において自律移動させるにあたって重要となるのが、ルート選択、障害物認識・回避、環境認識がある。この中でもロボットの現在地をロボット自身に認識させる、環境認識というものはロボットを自律移動させるためには非常に重要で、なくてはならないものである。そしてこれは、ロボットを目的地まで走行させるためには不可欠である。

また屋内環境での環境認識に必要な情報として、ロボットの加速度やZ軸方向の傾きなどのロボットの状態、周囲の距離データや色情報、音情報などのロボット周囲の状態がある。この中でも一番環境認識に適しているのは距離データの情報である。

そこで私は屋内での最も簡単な静的環境において、レーザーセンサから取得してきた値を基にロボットの現在地を求め、目的地までロボットを自律移動させる研究をしている。

2. 通信構成

移動ロボットにはロボットの制御、レーザーセンサの制御、そして画像処理用にノートPCを搭載している。まずノートPCはレーザーセンサの距離データを取得する。取得した距離データを基に環境認識をし、ロボットの現在地を求める。そしてロボットを前進させるため、DAボードを介して、サーボパックに電圧命令を送信する。サーボパックはモーターに安定した電圧をかけることができ、車輪を制御する。

3. プログラム

初めに、予め作成した環境地図画像をセットする。なお初回においては予め、現在のロボットの大きな位置、環境に対しての角度はプログラムに与えてある。次にノートPCはレーザーセンサの距離データを取得する。ノートPCは取得してきた距離データより画像を作り、それを環境地図画像と比較する。比較結果よりロボットの現在地を求めることが出来る。そしてノートPCからロボットに前進命令を送り、ロボットを前進させる。ここでロボットは壁と一定の距離となるように前進制御させる。そして距離データを取得するプログラムの場所にループする。

3.1. 環境地図画像

手で作成した環境地図画像を図1に示す。これはそれぞれの場所でレーザーセンサから取得してきた距離データより画像を作成し、それぞれの画像を組み合わせたものである。

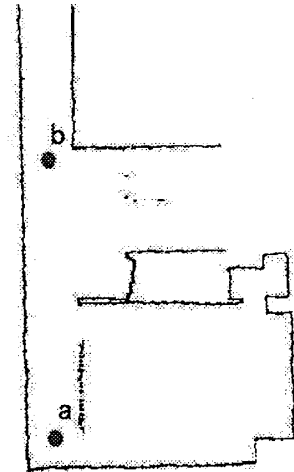


図1. 環境地図画像

3.2. 距離データ画像の生成

レーザーセンサより距離データを取得し、取得した距離データより画像を生成する。生成した画像の一例を図2に示す。

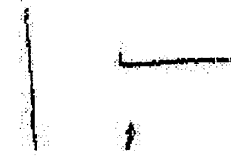


図2. 距離データ画像

3.3. テンプレートマッチングによる環境認識

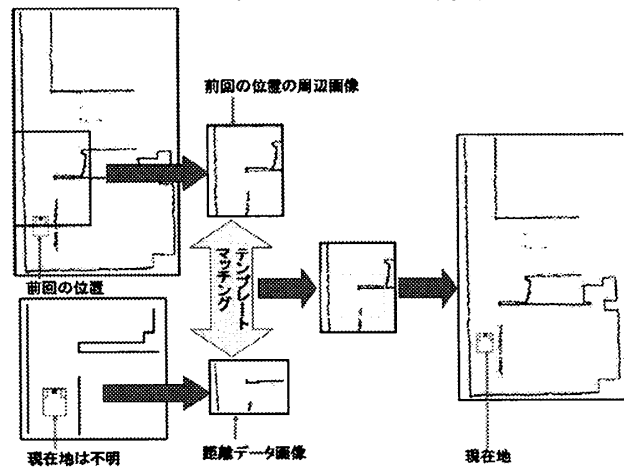


図3. テンプレートマッチング

環境認識するためにテンプレートマッチングを用いた。そして、このテンプレートマッチングは株式会社リンクスの画像処理ソフトHalcon Version 7.0を用いた。

距離データ画像と環境地図画像とでテンプレートマッチングの際、環境地図画像全ての領域を画像処理すると多くの時間を費やしてしまう。そこで最初に指定した現在地と角度や前回求めた現在地と角度を元にして、今現在ロボットがいると予測される範囲の環境地図画像を切り取り、それと比較することで処理時間短縮を図っている。テンプレートマッチングが成功するとロボットの現在地を算出している。このテンプレートマッチングの流れを図3に示している。

ロボットは必ず環境に対して垂直方向を向いているわけではないので、2枚の画像のテンプレートマッチングできる角度は-10度から+10度までとした。これはロボットが1回の動作時間、約120msecの間でこの範囲以上動くことは不可能のため、この角度の範囲に設定した。また初回はロボットの環境に対する大まかな角度が与えてあり、それ以降は前回のマッチング角度の結果を利用して、テンプレートマッチングを行っている。

4. 実験

4.1. 実験方法

図1の屋内の廊下においてロボットを点a(下の壁から1mの地点)から、目的地、点b(下の壁から10.3mの地点)まで直進させた。ロボット上のPCは走行中にテンプレートマッチングをしながら、ロボットの現在地を随時、求めている。また、ロボットは0.908km/hで走行した。なお、使用したセンサをレーザーセンサのみである。

4.2. 実験結果

実験中の全体の処理時間は36870msecであった。また、この間にテンプレートマッチングを291回行っていたので、1回あたりの平均処理時間は約126msecであった。

図4はロボットが目的地に到着したときのプログラムの実験結果である。左上の図は現在レーザーセンサから取得してきた距離データの画像である。また、右側の図はロボットの現在地、目的地を表した環境地図画像である。青印は目的地、赤印はロボットの現在地を表している。

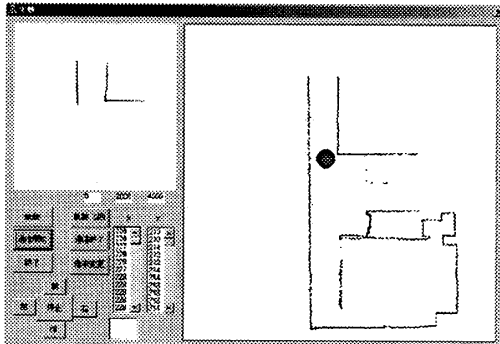


図4. 実験結果

4.3. 考察

今回実験中に正確にマッチング出来ない場所があった。図5を使って説明する。この図は点Aから点Eまでのそれぞれの地点での廊下の様子、そしてレーザーセンサの距離データ画像を表している。そして正確にテンプレートマッチング出来なかった場所は、点Aから点Bまでと点Cから点Dまでの区間であった。この原因は点Aから点Bま

での区間では距離データ画像に特徴がないから、そして点Cから点Dまでの区間は右側に道がひらけているからである。逆に点Bから点Cまでと点Dから点Eまでの区間は壁に特徴があるため、正確にテンプレートマッチングが出来、現在地も正確に算出することが出来た。

しかしこの問題が続くと、現在地を正確に求めることが出来なくなってしまう。そこでこのような特徴のないところや交差点で道が広がっているところにRFIDと呼ばれるタグを設置し、現在地を振りなおすことで現在地のずれを回避することが出来る。

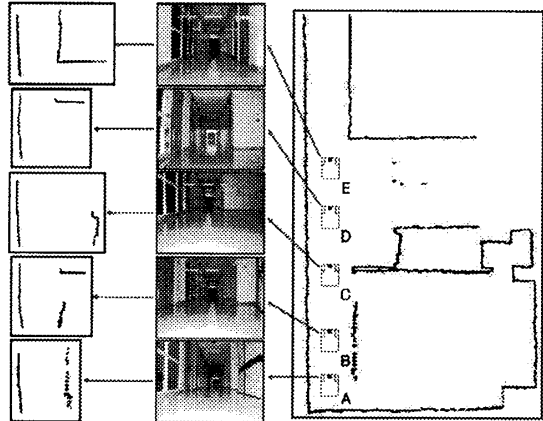


図5. 実験環境

5. 結論

本研究ではレーザーセンサの距離データより距離データ画像を作成して、これをテンプレートマッチングさせることで環境認識を実現し、ロボットを目的地まで走行させた。壁に特徴ないと環境認識が正確に出来ないが、壁に特徴がある部分では十分な精度を出すことが出来た。

今回はロボットの動作は前進だけであったが、今後はロボットの右折や左折時の対応が必要となってくる。そして走行環境の拡大、そして動的物体の対応が次の課題となってくるであろう。右折や左折し終わった後、環境に対して何度傾いているのかを算出し認識させることが最初の課題となるであろう。そしてこれらの課題を解決していくことでどの環境にも対応した移動ロボットの完成が近づくだろう。

謝辞

本研究は、総務省、及び科学研究費補助金の助成を受けて行われた。

参考文献

- [1]Jean-Claude Latombe "Robot Motion Planning" Kluwer Academic Publishers
- [2]Robin R. Murphy: Introduction to Ai Robotics, MIT Press
- [3]Chrystopher L. Nehaniv, Kerstin Dautenhahn: Imitation in Animals and Artifacts, MIT Press
- [4]John M. Holland: Designing Mobile Autonomous Robots, Elsevier